

# 新たな生産や配送拠点の設置による 価格や輸送費の低下

Decreases of Price and Transportation cost by the  
Establishment of New Sites of Production and Distribution

上 野 皓 司  
Ueno, Koji

## ABSTRACT

How can enterprises decrease the price of product and the cost of transportation. The cost of transportation includes the price of freight and the time for the transportation. The decreases of them are possible by establishing new sites of production and distribution. How should the new sites be selected? The methods of selection of them are examined.

Hocking (1980) は耐久消費財である自動車の 1970 年代初期の分析によって、英国、フランス、西ドイツ、イタリアの相互の貿易は、自国に工場を建設し、自国の需要に対応した車の生産によって成り立っている、すなわち他国への輸出は自国への販売の余剰により生じている、と説明している。しかし現在では他国の需要のみを対象にした他国での生産拠点や自国の需要を対象にした他国での生産拠点、が多数出現しており、国外への直接投資の比重が増大している。また Lall and Siddharthan (1982) は米国の多国籍企業を分析し、国外への直接投資の利点は、他の企業の投資を押さえ独占的な市場支配力を確保することにある、と説明している。しかし今日では国際間競争が激化しているために、独占的な市場支配力の確保は困難になりつつあり、国外直接投資の誘引としての役割は低下しつつある。Taylor and Williamson (1994) は過去数世紀にわたる西欧先進国と従属国の資本や労働の移動を分析し、アルゼンチンやオーストラリア、

カナダの3国をみれば、高い従属率が国内の貯蓄率を押し下げ、それが国外からの投資を誘引し、結果として古い世界から新しい世界に貯蓄を世代間移転することになった、と説明している。直接投資の対象国が資本の源である貯蓄をどの程度有しているかは、対象国の国内的な生産要素の獲得競争との関連で、興味深い点である。

Muscatelli, Srinivasan and Vines (1992) は NIES 諸国の一つである香港が長期にわたって輸出主導の成長を持続した要因を分析し、その要因は輸出品に対する需要の高い所得弾力性と輸出品に対する製造業者の供給の高い価格弾力性であった、と説明している。もし製造業者の供給が高い価格弾力性を有していれば、よりコストの低い国へ生産拠点を移す強い要因が存在する、ことになるが、事実現そのような状況が発生している。最近では日本も米国や他の工業国と同様に商品輸出から資本輸出に転じている。工場や配送拠点の設置はその一例である。販売国の福祉を考えれば望ましいが、資本輸出は日本の発展に寄与するであろうか。Boltho (1996) は日本の経済成長と輸出の関連を分析し、GDPの年平均成長率は、1913-37年は日本は3.7%、他の21のOECD国は1.6%、1952-73年は日本は9.0%、他の21のOECD国は4.0%、1973-90年は日本は3.9%、他の21のOECD国は2.5%であることを指摘した上で、国外需要より内需が成長を推進したが何回かの景気循環の上方への転換は輸出によって主導された、と分析している。今後海外への直接投資が日本経済にどのような影響を及ぼすか注目すべき点である。

これまでの国外への投資理論は、低賃金や投資対象国内での同種の産業の未発達や生産性の低さを根拠にしていたが、Froot and Stein (1991) は為替と海外直接投資の関連を分析し、通貨価値の下落がその国への直接投資を増加させると説明している。また Kogut and Chang (1996) は米国内への日本企業の投資を検討し、1976-89年の日本企業の米国電子産業への直接投資は112社であり、そのうち日立や三菱等の7社は10回以上の投資を行っており、これらの投資は前回の投資を基礎にし、ドル相場の低下した時期に行われている、と説明してい

る。多額の資金を必要とする投資は、生産コスト以外に為替相場とも強い関連を有していると考えられる。

Sun (2001) は 1984-1997 年の間の国外からの直接投資が中国の輸出力に与えた影響を海岸部、中央部、西部に分けて分析し、海岸部には特に強い影響が、中央部にも重要な影響が見られるが、西部にはほとんど見られない、と説明している。先進国から新たに中国に生産拠点を設置し、そこから販売国に輸出するとき等がその例であるが、同様な状況は NIES 諸国等にも見出すことができる。以下では最近の国外直接投資の実状を考慮しつつ、多国籍企業の商品価格低下政策の一面を理論的に検討する。

ある企業で世界各国に販売されている一つの商品を生産している。しかし現在以下のような問題が生じている。(1) いくつかの販売国へは輸送費用のため他の国より高く販売しなければならない、(2) 遠距離の販売国へは船で輸送するために発送から到着までにかかなりの時間を要する、(3) 遠距離の販売国へは受注から到着までに長時間を要するために迅速な対応が必要で、常に必要以上の在庫を用意しなければならない。

そこでこれらの問題を解決するために、(i) 複数の生産国  $A_i$  で商品数  $a_i$  を生産し、販売国  $B_j$  からの商品の注文数  $b_j$  に応じる、(ii) 複数の配送拠点国  $C_k$  を設け、販売国  $B_j$  からの商品の注文数  $b_j$  に応じる、の二つの方法を考えている。これらの方法により、①販売国の支払い額をより安くし、②販売国の商品の注文から到着までの時間を短縮する、ために既存の販売国  $B_j$  からの商品の注文数  $b_j$  のもとで、どこに生産国  $A_i$  や配送拠点国  $C_k$  を設け、生産数  $a_i$  をどのような数にしたらいいか、という問題が発生している。

ここで、①支払い額は販売国の個々や総額の減少で、②輸送時間の短縮は生産国または配送拠点国から販売国までの短縮、であり、配送拠点国を経由しないほうが有利であれば、生産国から直接輸送すると考える。また為替相場は一定であると仮定する。

## 1. 複数の生産国の設置

まず複数の生産国  $A_i$  で商品数  $a_i$  を生産し、販売国  $B_j$  からの商品の注文数  $b_j$  に応じる場合を考える。すべての生産国で商品の生産コストが同一であれば、輸送費の削減と輸送時間の短縮の二つの問題が発生するが、分析の簡単化のために便数や便数の少ない国への割り増し運賃等は考慮せず、距離に比例した運賃を考える。このとき輸送費と輸送時間の削減は、新たな生産国の設置によって輸送距離をできるだけ短縮することによって可能になる。新たな生産国をどこに設置すればよいであろうか。

### 1-1. 輸送商品数キロ

輸送費の削減は総額か個々かのいずれかに着目される。総額を目指せばときには個々のある販売国への輸送費は高くなることがある。しかし総額を可能な限り低下させ、減少分を適宜個々の削減に当てれば、すべての販売国への輸送費はこれまでより低下する。したがって以下では輸送費総額の可能な限りの低下を考える。

輸送費総額を低下させようとすれば、輸送商品数に距離を乗じた‘輸送商品数キロ’の値をできるだけ低下させることが望ましい<sup>(1)</sup>。輸送商品数キロの低下のためには、総輸送商品数が同一であれば、輸送距離を短縮しなければならない。どこに新たな生産国を設置すれば、輸送距離を短縮することができるであろうか。

生産国  $A_i$  から販売国  $B_j$  までの距離をキロ単位で  $AB_{ij}$ 、商品輸送数を  $ab_{ij}$  と表せば、生産国  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) から販売国  $B_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) までの輸送商品数キロ  $U$  は、

$$U = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n ab_{ij} \times AB_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

(1) 一般にこの値は商品重量をトンで、距離をキロで測るとき、‘輸送トンキロ’と呼ばれている。同一の商品数を異なる距離の国に輸送するために、ここでは‘輸送商品数キロ’という用語を使用する。

となる。既存の一つの生産国が  $A_1$  であれば、現在の総輸送商品数キロ  $U_1$  は

$$U_1 = \sum_{j=1}^n ab_{1j} \times AB_{1j} \quad (2)$$

であり、1 キロ当たりの輸送費が一定額  $d$  であれば、 $(U_1 - U)$  をできるだけ大きくすることが目標になる。

## 1-2. 輸送費削減の方法

輸送費の削減は商品数に距離を乗じた値を低下させればよく、販売国からの注文数は一定であるために、生産国から販売国までの距離が短縮するように新たな生産国を選ぶことになる。問題は、(1) 新たな生産国をいくつ設置するか、(2) それぞれの生産国でどれだけの商品数を製造するか、であり、それぞれの生産国で製造する商品数によっては、ある販売国は複数の生産国から輸送されることになる。

一例として新たに一つの生産国を設置する場合を考えてみよう。最初に、① 各生産国での 1 商品当たりの製造コストと工場渡し価格は同じで、② 一つの販売国へは一つの生産国からのみ輸送される、と仮定すれば、ある時点の総輸送費  $U$  は、

$$U = \sum_{j=1}^n ab_{1j} \times AB_{1j} + \sum_{j=1}^n ab_{2j} \times AB_{2j} \quad (3)$$

とであり、 $(U_1 - U)$  がどのような値になるかは、(3) の右辺第 1 項の削減分と右辺第 2 項の追加分との差に依存する。この差が大きければ輸送費の低下が大きいことになる。 $(U_1 - U)$  を最大にする新たな生産国はその候補国の中から選ばれる。現実には新たな生産国は、既存の生産国と類似の生産要素や経済環境の存在を前提にしており、必要な原材料と、知識や技術を備えた労働力、適正な自然環境等が条件となるために、その候補国の数は限定される<sup>(2)</sup>。したがっても

(2) 新たに工場を設置する国がどのような周辺環境であるかは、労働者の有している知識や技術等とともに重要である。Grossman and Razin (1985) は国外から直接投資によって設置される生産施設と既存の国内の施設との資本設備や労働力の状況を比較し、一般に国外から直接投資によって設置される生産施設は資本集約的である、と述べている。もしそうであれば、労働力の安さだけではなく他の要因も考慮されていることになり、生産拠点の設置は複数の ↗

し候補国が3国あり、その中から1国を選ぶときは、総輸送費が最も大きく削減される国が検討される。

候補国3国の中から総輸送費が最も大きく削減される国を選ぶ方法を考えてみよう。この選択のためには、(1) 既存の生産国と新たな生産国との商品発送の分担、(2) 新たな生産候補国相互の経費削減の比較、の二つの検討が必要である。候補国を第2, 第3, 第4国として選択の過程を考えてみよう。

まず第2国を検討する。既存の第1国との分担は、販売国との距離に近いほうにそれぞれの発送分が分けられる。販売国を基準に第1国から第 $n$ 国までを分析し、より近い生産国を選ぶ。<sup>(3)</sup> この分類によって生産国と販売国との全体としての距離は短縮され、総輸送費  $U_2$

$$U_2 = \sum_{j=1}^n ab_{1j} \times AB_{1j} + \sum_{j=1}^n ab_{2j} \times AB_{2j} \quad (4)$$

が計算される。(4) で距離の遠い販売国への輸送量  $ab_{ij}$  はすべて0になり、右辺の第1項は既存の生産国から、第2項は第2の生産国からの輸送費になる。

同様に第3国と既存の第1国の距離が比較され、総輸送費  $U_3$

$$U_3 = \sum_{j=1}^n ab_{1j} \times AB_{1j} + \sum_{j=1}^n ab_{3j} \times AB_{3j} \quad (5)$$

が計算される。第4国についても同様に  $U_4$  が計算され、次に  $U_2$  と  $U_3$ ,  $U_4$  が比較される。このとき例えばもし  $U_2 < U_3 < U_4$  であれば第2国が、 $U_2 > U_3 > U_4$  であれば第4国が新たな生産国として選ばれる。<sup>(4)</sup>

### 1-3. 生産コストが異なる場合の選択

一つの販売国へは一つの生産国からのみ輸送されるが、商品の生産コストが

↘ 要因を検討しなければならない。

(3) このような分類では特別な場合には既存の第1の生産国の分担がなくなることがある。すべての販売国から第2の生産国までのほうが近いときである。しかし通常は多数の国に販売していれば、このような状況は生じない。

(4) Slaughter (1998) によれば米国では1973年以前の100年間に1時間当たりの実質平均賃金は年1.9%ずつ上昇した。しかし1973年以降は年0.4%ずつ低下しており、1979-1993年では高卒男子の1時間当たりの実質平均賃金は20%低下している。米国からは多数の企業が国外に生産拠点を移し、国外から大量の輸入品が流入している。このような状況が他の国の賃金を高め米国の賃金を低下させているのであろうか。検討すべき点である。

異なるとき、新たな生産国としてどの国が選ばれるであろうか。上記では生産コストはすべて同一であったために輸送費のみが生産国選択の基準になったが、生産コストが異なれば輸送費と生産コストの両者を考慮しなければならない。輸送距離の短縮は輸送費と同時に輸送時間の低下に結びつくために販売国へより近い場所に生産国を設置することが目標になるが、生産コストが低下すれば生産国積出し価格の低下により、販売国が支払う到着価格が低下する可能性が生じる。新たな生産国の場所によっては輸送時間が増大する可能性も存在するが、到着価格のみに着目すれば、生産コストの削減は重要である。以下では生産コストの削減分はすべて積出し価格の低下にまわされると仮定し、より到着価格の低い生産国の選択を考える。

生産国の選択は販売国から見た到着価格総額のより低い国に行われる。新たな複数の生産国が設置されるときは、既存の生産国と新たな生産国により販売国での商品価格と輸送費に対する支払い総額、すなわち到着価格総額がより少ないことが望ましい。1 商品につき各生産国でのコストを反映した積出し価格を  $p_i$ 、販売国への到着価格を  $\mu_j$ 、生産国から販売国までの輸送費を  $\pi_{ij}$  と表せば、 $\mu_j = (p_i + \pi_{ij})$  であり、合理的に選択されれば、到着価格総額  $V$

$$V = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n ab_{ij} \times (p_i + \pi_{ij}) \quad (6)$$

は最小となる。(6) の  $ab_{ij}$  は、一つの販売国へは一つの生産国からのみ輸送されるためにその生産国との間では正の値をとるが、他の生産国との間では 0 になる。

具体例として新たな候補国が上記と同様に第 2 から第 4 まで 3 国存在すると仮定する。このとき新たな生産国 1 国の選択は、(1) 既存の生産国と新たな生産国との商品発送の分担、(2) 新たな生産候補国相互の輸送費削減の比較、の二つの検討によって行われる。既存の第 1 の生産国と新たな第 2 国との比較は、販売国側からみた到着価格の比較で、既存の第 1 の生産国からの到着価格  $(p_1 + \pi_{1j})$  と新たな第 2 国からの到着価格  $(p_2 + \pi_{2j})$  を比較し、より低い到着価格の生産国が選ばれる。この比較により販売国への積出しはいずれかに分類さ



れ、到着価格による販売国での総支払い額  $V_2$  は

$$V_2 = \sum_{j=1}^n ab_{1j} \times (p_1 + \pi_{1j}) + \sum_{j=1}^n ab_{2j} \times (p_2 + \pi_{2j}) \quad (7)$$

となる。右辺の第1項は既存の生産国から、第2項は第2の生産国からの到着価格による総支払い額である。同様に第3国と既存の第1国の到着価格が比較され、分類された後の総支払い額  $V_3$

$$V_3 = \sum_{j=1}^n ab_{1j} \times (p_1 + \pi_{1j}) + \sum_{j=1}^n ab_{3j} \times (p_3 + \pi_{3j}) \quad (8)$$

が計算される。第4国についても同様に  $V_4$  が計算され、次に  $V_2$  と  $V_3$ ,  $V_4$  が比較される。このとき例えばもし  $V_2 < V_3 < V_4$  であれば第2国が、 $V_2 > V_3 > V_4$  であれば第4国が新たな生産国として選ばれる。<sup>(5)</sup>

## 2. 配送拠点の設置

生産国から販売国に直接輸送される場合には上記のように、(1)生産コストが同一の場合は距離により、(2)生産コストが異なる場合には到着価格により、発送する生産国を選択することができる。しかしこれらの選択は輸送費の削減や到着価格のみを基準にしており、輸送時間や、必要在庫数は考慮していない。輸送時間については、(1)は輸送費の削減と同時に輸送時間の短縮をも可能にするが、(2)は必ずしも輸送時間を短縮しない。そこで積出し価格低下のために複数の生産国を設置したさいには到着価格の低下と同時に輸送時間の短縮をも考慮しなければならない。到着価格の低下をある程度の水準に押さえ輸送時間の短縮を可能にする生産国の選択も可能である。しかし最も望ましいのは到着価格の低下を最大限に実現し、同時に輸送時間をも短縮することである。そこで考えられる方法は新たな配送拠点国の設置である。以下では在庫の問題は考慮せず、到着価格の低下と輸送時間の短縮を同時に実現する配送拠点国の設置方法

(5) 輸出から海外生産に転じたり、新たに工場を設置して海外での販売を開始するさいには、周辺の状況を詳しく把握しなければならないが、Buckley and Casson (1981) は、輸出から海外生産に転じる時期を分析し、海外市場への商品提供のコストや需要の状態、市場の成長性等を転換の要因に上げている。このモデルでは輸送費用や時間、生産コスト等に注目しているが、現実には生産拡大のためにこれらの要因をも考慮する必要がある。



を<sup>(6)</sup>考える。

## 2-1. 配送拠点国設置の基準

コスト低下のための新たな生産国の設置は通常安価な労賃や原材料入手の便宜、恵まれた周辺環境等を前提にするために、限られた国を選択する傾向が強いが、配送拠点国の設置は交通の便宜を中心に考慮し、比較的少ない投資で流通やアフターサービスの施設を設けることができるために、任意に国を選択することが多い。したがってここでは新たな生産国は優先的に決められ、配送拠点国のみが<sup>(7)</sup>選択される場合を考える。

配送拠点国の設置を販売国への商品輸送の時間短縮という基準で考えれば、可能な限り販売国へ近い場所に設置することが望ましい。ここでも輸送費が距離に比例する場合を考えれば、販売国へ近い場所に設置することは配送拠点国から販売国までの時間の短縮と同時に輸送費を削減する。しかし配送拠点国を販売国へ近い場所に設置することは、生産国から配送拠点国までの輸送費や配送拠点国での積出し価格を安くするであろうか。配送拠点国を経由する輸送は、(1)生産国から配送拠点国までの輸送費や生産国での積出し価格、(2)配送拠点国から販売国までの輸送費や輸送時間、の両者を検討しなければならないが、(1)の生産国から配送拠点国への到着価格の最小化と、(2)の配送拠点国から販売国

(6) ここでは価格にかかわらず販売国からの需要は一定であると想定している。このような状況は、この商品が特別な品質を有しているか、他の競争企業より格段に価格が低い場合に生じる。Carlin, Glyn and Reenen (2001) は労働コストと市場占有率の関連を 12 の産業につき 14 の OECD 諸国を分析し、ハイテク産業では労働コストと市場占有率の関連は低い、と説明している。商品の質的な差異が市場占有率に関連しているからである。コストとの関連の少ない商品については、生産者側からの積極的な価格低下への努力が販売国での福利の増大に寄与する。

(7) 米国商務省の資料によれば、1986 年の米国に進出している日本企業の数 は 216 社で、そのうち製造業が 68 社、卸売業が 100 社で、進出企業数に対する卸売業の比率が他の国々の比率より著しく高い。この資料をもとに Yamawaki (1991) は日本の輸出と販売活動の関連を分析し、日本の販売分野への直接投資が輸出の増大に大きく寄与している、と説明している。配送センターの設置はアフター・サービスと同時に流通面での寄与を含んでおり、販売国への輸出の促進に役立つ投資でもある。

までの輸送費や輸送時間の最小化, は同時に成立するであろうか。

最初にある国  $C_1$  に配送拠点国を設置すると仮定する。この国に配送拠点国が設置される理由は, (1) 複数の生産国  $A_i$  から直接複数の販売国  $B_j$  に送られるより販売国での到着価格総額がより低い, (2) 生産国  $A_i$  から直接販売国  $B_j$  に送られるより配送拠点国から販売国までの個々の経路の輸送時間が少ない, の2点 が成立するからである。(1)については配送拠点国を経由する方が直接輸送されるより個々の販売国への到着価格がより低いことが望ましいが, 総額が低くなればある販売国への到着価格が高くなってもその価格を他の販売国への低下分から補助することができるからであり, (2)については配送拠点国から販売国までの輸送機関の便数や待ち時間等は考慮せず, 距離の短縮のみを考えている。

この配送拠点国  $C_1$  の設置が, (1) の販売国への到着価格総額の低下と(2)の輸送時間の短縮を同時に可能にするためには, (3) 配送拠点国の経由が既存の生産国から販売国までの輸送費より距離単位でより安価である, ことが条件である。なぜなら同一の輸送単価であれば, 配送拠点国の経由は生産国から販売国までの個々の距離を増大させるために, 到着価格を最小にする生産国から販売国までの輸送経路の直線上に配送拠点国が設置される場合だけが同一到着価格になり, 少しでも直線上からはずれば配送拠点国経由は到着価格の上昇になるからである。もし同一の輸送単価であれば, 配送拠点国の設置は到着価格の上昇を前提に注文から到着までの時間短縮を優先したことになる。しかし以下では, (3) 配送拠点国の経由による輸送費単価の低下, を前提に, (1) 販売国への到着価格総額の低下, (2) 個々の販売国への到着時間の短縮, を考える。このとき(1), (2), (3)の3条件を満たさない生産国から販売国への輸送は, 生産国から販売国へ直接輸送されたとする。したがって配送拠点国経由の輸送がより多くなるように配送拠点国を選択しなければならない。

## 2-2. 配送拠点国の選択

最初に一つの国  $C_k$  が配送拠点国として選択される場合を考える。生産国  $A_i$

から配送拠点国  $C_k$  までの 1 商品の輸送費を  $\alpha_{ik}$ 、商品輸送数を  $ac_{ik}$ 、配送拠点国から販売国までの 1 商品の輸送費を  $\beta_{kj}$ 、商品輸送数を  $cb_{kj}$ 、生産国での積出し価格を  $p_i$ 、販売国への到着価格を  $\mu_j$ 、と表せば、 $\mu_j = (p_i + \alpha_{ik} + \beta_{kj})$  であり<sup>(8)</sup>、販売国での支払い総額  $W_k$  は

$$W_k = \sum_{i=1}^n ac_{ik} \times (p_i + \alpha_{ik}) + \sum_{j=1}^n cb_{kj} \times \beta_{kj} + \sum_{i=1}^n ab_{ij} \times (p_i + \pi_{ij}) \quad (9)$$

となる。右辺の第 1 項は配送拠点国までの支払い額を、第 2 項は配送拠点国から販売国までの輸送費総額を、第 3 項は配送拠点国を経由しない商品の支払い総額を表している。配送拠点国を経由しない国  $j$  までの  $cb_{kj}$  の値は 0 であり、配送拠点国を経由する国  $j$  までの  $ab_{ij}$  の値は 0 である。ここで  $\sum ac_{ik} = \sum cb_{kj}$  であり、各生産国での商品発送総数を  $\sum a_i$ 、各販売国での商品注文総数を  $\sum b_j$  と表せば、生産国から販売国に至る商品総数は  $\sum a_i = \sum b_j = (\sum ac_{ik} + \sum ab_{ij}) = (\sum cb_{kj} + \sum ab_{ij})$  である。

他方配送拠点国の設置は、配送拠点国から販売国までの輸送時間の短縮を目的にしている。生産国  $A_i$  から販売国  $B_j$  までの距離をキロ単位で  $AB_{ij}$ 、配送拠点国から販売国までの距離を  $CB_{kj}$  と表せば、 $AB_{ij} > CB_{kj}$  となる販売国  $B_j$  が時間を短縮するために配送拠点国を経由する可能性があるが、到着価格がこれまでよりかなり高くなれば、全体の輸送費から補助することが困難になるために、 $AB_{ij} > CB_{kj}$  のうちのある販売国はこれまでのように生産国から直送される。したがって配送拠点国の選択は、①販売国での支払い総額、②輸送時間の短縮、の 2 点を考慮しなければならない。

配送拠点国にも通常候補国が一定数ありその中から選ばれるが、もし  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  の候補国 3 国があり、1 国だけが選ばれるとすれば、どのようにして選択されるであろうか。この選択は、①配送拠点国からの輸送時間、②販売国での支払い総額、③輸送時間と支払い総額の比較考慮、の 3 点に着目し、(1) 個々の配送拠点国の 3 点の検討による輸送時間の総短縮数や支払い総額の削減額の算出、(2) 候補国 3 国の輸送時間の総短縮数や支払い総額の削減額の比較による 1 国の抽

(8) 配送拠点国での倉庫費用や配送手数料は除外する。

出, の二つの過程により行われる。

まず(1)について第1の候補国  $C_1$  を検討する。①の販売国までの輸送時間は,  $AB_{ij} > CB_{ij}$  となる販売国  $B_j$  が配送拠点国を経由する第一次の候補国になり,  $AB_{ij} > CB_{ij}$  の販売国について個々の経路の短縮時間数が合計され, 輸送時間の総短縮数が算出される。次に②の配送拠点国を経由する可能性のある第一次の候補国について販売国での支払い額が検討される。ここで配送拠点国を経由する支払い総額の計算は, 必ずしも既存の直送される生産国の積出し価格による額ではなく, 第一次の候補国の必要商品総数を最も少ない額で配送拠点国を経由して候補国に送る生産国からの額によって計算される。したがって生産国は現在直送している生産国とは異なる可能性があり, 生産国から配送拠点国までの最小到着額に配送拠点国から販売国までの最小輸送費額が加えられ, 第一次候補国の支払い額が計算される。

このとき第一次候補国の支払い総額が現在の直送による支払い総額より少なければ, 時間と支払い総額の両者が低下したことになり, 第一次候補国のすべてが配送拠点国を経由する方が有利であることが明らかになるが, 第一次候補国の支払い総額が現在の直送による支払い総額より多ければ, 第一次候補国の中からいくつかは現在の直送に戻される。この選択方法は, 既存の直送による販売国での支払い総額を上限に, 生産国から配送拠点国までの到着価格が高い生産国をはずし, 配送拠点国から販売国までの輸送費が高い販売国をはずす, 二面的な方法によって行われ, 一つの販売国へは直送か配送拠点国の経由かのいずれかしか選択できない, と仮定する。

同じ方法によって他の2候補国  $C_2, C_3$  の輸送時間の短縮総数や支払い総額の削減額が算出され, 次の過程として(2)の3候補国の比較が行われる。このとき以下のような点が問題になる。(i) 輸送時間の短縮総数は  $C_1$  が, 支払い総額の削減額は  $C_3$  が, 最も大きいとき, (ii)  $C_1$  では輸送時間の短縮はないが, 支払い総額の削減額が最も大きいとき, (iii)  $C_1$  では支払い総額の削減はないが, 輸送時間の短縮が最も大きいとき, 等では時間の短縮と支払い額の削減を相互に

どのように評価するかである。これらの選択は営業や財務等全般的な経営問題とも関連しており、個々の企業で判断されなければならないが、以下では輸送時間の短縮と支払い総額削減の具体例を考える。<sup>(9)</sup>

### 3. 選択の具体例

生産国や配送拠点国の設置によって支払い額や輸送時間がどのように低下して行くかを既存の生産国 1 国、販売国 3 国、新たな生産国 1 国、配送拠点国 1 国のもとで考える。販売国 3 国は多数の国の中からの抽出であり、サンプルであると仮定する。生産国  $A_i$  から販売国  $B_j$  までの距離をキロ単位で  $AB_{ij}$ 、商品輸送数を  $ab_{ij}$ 、1 キロ当たりの輸送費を一定額  $d$ 、生産国  $A_i$  から配送拠点国  $C_1$  までの距離を  $AC_{i1}$ 、商品輸送数を  $ac_{i1}$ 、1 キロ当たりの輸送費を一定額  $g$ 、配送拠点国  $C_1$  から販売国  $B_j$  までの距離を  $CB_{1j}$ 、商品輸送数を  $cb_{1j}$ 、1 キロ当たりの輸送費を一定額  $h$  と表す。このとき船の平均速度や便数、積込み量の制約等が同等で、その平均輸送速度を  $\delta$  とすれば、距離は輸送時間の指標であり、支払い額と距離の両者の検討が必要になる。

#### 3-1. 生産国の設置による効果

既存の生産国 1 国のときには、生産国を  $A_1$  とすれば、総輸送商品数キロ  $U_1$  は

$$U_1 = \sum_{j=1}^3 ab_{1j} \times AB_{1j} \quad (2)$$

であり、(2) を 1 時間当たりの平均輸送速度  $\delta$  で割れば総輸送商品数時間  $UT_1$  は

$$UT_1 = \sum_{j=1}^3 ab_{1j} \times AB_{1j} \div \delta \quad (10)$$

となる。この値は 1 商品に換算した総輸送時間を表している。1 キロ当たりの輸送費が一定額  $d$  であれば、総輸送費  $UE_1$  は

(9) Trefler (1993) は米国への輸入が浸透するとその保護が一般の予想以上に強化される、と分析している。企業の議会工作 (lobbying activity) が激しくなるからである。ここでは販売国の購入量は一定であると仮定しているが、購入量の増大を想定するさいには販売国の輸入規制等をも十分に考慮しなければならない。

$$UE_1 = \sum_{j=1}^3 ab_{1j} \times AB_{1j} \times d \quad (11)$$

となる。

生産国でのコストを反映した積出し価格を  $p_1$ 、生産国から販売国までの輸送費を  $\pi_{ij}$  と表せば、到着価格総額  $V$  は

$$V = \sum_{j=1}^3 ab_{1j} \times (p_1 + \pi_{1j}) \quad (12)$$

であるが、 $\pi_{1j} = AB_{1j} \times d$  であるために、到着価格総額  $V$  はまた

$$V = \sum_{j=1}^3 ab_{1j} \times (p_1 + AB_{1j} \times d) \quad (13)$$

と表すことができる。

新たな生産国  $A_2$  が設置されればいずれかの生産国から既存の販売国 3 国にこれまでと同一の商品数  $b_j$  が送られるが、発生産国をどのように分けるかが最初に検討される。ここでは、(1) 輸送時間がこれまでより長くないこと、(2) 到着価格総額が最小になること、を条件にすれば、(1) より生産国 2 からの発送は、 $AB_{2j} \leq AB_{1j}$  となる販売国  $B_j$  がまず選ばれる。ここでは  $AB_{21} > AB_{11}$ 、 $AB_{22} < AB_{12}$ 、 $AB_{23} < AB_{13}$  であるとするれば、 $B_2$  と  $B_3$  国が生産国  $A_2$  からの発送の候補国になる。次に  $B_2$  と  $B_3$  国へ  $A_2$  国から送られるさいの到着価格総額の大きさが検討される。 $A_2$  国から  $B_2$  に送られるときの到着価格総額  $V_{22}$  は、 $V_{22} = \{b_2 \times (p_2 + AB_{22} \times d)\}$  であり、 $A_2$  国から  $B_3$  に送られるときの到着価格総額  $V_{23}$  は、 $V_{23} = \{b_3 \times (p_2 + AB_{23} \times d)\}$  である。ここで問題は  $A_2$  での生産コスト  $p_2$  である。もし  $p_2 \leq p_1$  であれば、 $B_2$  と  $B_3$  への  $A_2$  からの輸送は明らかに到着価格総額を最小にする。しかし  $p_2 > p_1$  であれば、輸送時間は短縮するが、支払い額を高める可能性がある。そこで  $p_2 > p_1$  であれば、 $V_{12}$  と  $V_{22}$ 、 $V_{13}$  と  $V_{23}$  が比較され、 $V_{12} > V_{22}$ 、 $V_{13} > V_{23}$  であればいずれも  $A_2$  国から、 $V_{12} > V_{22}$ 、 $V_{13} < V_{23}$  であれば  $A_2$  国から  $B_2$  国へのみ、 $V_{12} < V_{22}$ 、 $V_{13} < V_{23}$  であれば  $A_2$  国からはいずれの国へも送られない。

それでは、(1) 輸送時間がこれまでより長くないこと、(2) 到着価格総額が低下すること、を条件にすればどうであろうか。この条件のもとでは、 $V_{12} > V_{22}$ 、 $V_{13} > V_{23}$  であればいずれも  $A_2$  国から送られるが、 $V_{12} < V_{22}$ 、 $V_{13} > V_{23}$  であって

も、もし  $(V_{12} + V_{13}) > (V_{22} + V_{23})$  であれば、(1) と (2) の両条件が満たされるためにいずれも  $A_2$  国から送られる。 $A_2$  国から  $B_2$  国へ送ることによる支払い額の超過分は  $A_2$  国から  $B_3$  国へ送ることによる支払い額の低下分によって補われるからである。

これらの条件によって  $A_2$  国から  $B_2$  国と  $B_3$  国へ送られるとき、総輸送商品数時間の短縮は、

$$\left( \sum_{j=1}^3 b_j \times AB_{1j} \div \delta \right) - \{ (b_1 \times AB_{11} \div \delta) + (b_2 \times AB_{22} \div \delta) + (b_3 \times AB_{23} \div \delta) \} \quad (14)$$

であり、到着価格総額の低下は、

$$\left\{ \sum_{j=1}^3 b_j \times (p_1 + AB_{1j} \times d) \right\} - \{ b_1 \times (p_1 + AB_{11} \times d) + b_2 \times (p_2 + AB_{22} \times d) + b_3 \times (p_2 + AB_{23} \times d) \} \quad (15)$$

である。

### 3-2. 配送拠点国の設置による効果

生産国を新たに 1 国設置した後さらに配送拠点国を 1 国設けるさいには輸送時間や支払い額はどのように変わるであろうか。この配送拠点国を  $C_1$  とし、この国を経由する販売国は、(1) 輸送時間がこれまでより長くないこと、(2) 到着価格総額がより低下すること、が条件で、もしこれらの条件を満足しなければ、これまでと同様に生産国から直送されとする。現在  $B_1$  国へは  $A_1$  国から、 $B_2$  と  $B_3$  国へは  $A_2$  国から送られている。

(1) については、配送拠点国から販売国までの距離が、 $CB_{11} < AB_{11}$ 、 $CB_{12} < AB_{22}$ 、 $CB_{13} < AB_{23}$  であり、いずれの販売国も配送拠点国を経由するのが有利である。(2)はどうであろうか。 $B_1$  国へはこれまで  $A_1$  国から送られていたが、配送拠点国を経由するときも  $A_1$  国から送られるのが有利であろうか。この点については、既存の二つの生産国から配送拠点国までの最小到着額の生産国が有利であるといえる。すなわち  $A_1$  から  $C_1$  までの到着額  $X_{11} = \{b_1 \times (p_1 + AC_{11} \times g)\}$  と  $A_2$  から  $C_1$  までの到着価格  $X_{21} = \{b_1 \times (p_2 + AC_{21} \times g)\}$  とが比較



される必要がある。さらに  $B_1$  への到着額算出のためには  $C_1$  から  $B_1$  までの輸送費  $Y_{11} = \{b_1 \times (CB_{11} \times h)\}$  が付加されなければならない。もし  $X_{11} < X_{21}$  であれば、 $C_1$  経由の支払い額は  $W_{111} = \{b_1 \times (p_1 + AC_{11} \times g)\} + \{b_1 \times (CB_{11} \times h)\}$  であるが、この額は  $A_1$  から  $B_1$  に直送している現在の支払い額  $V_{11} = b_1 \times (p_1 + AB_{11} \times d)$  と比較され、もし  $W_{111} < V_{11}$  であれば  $C_1$  経由が、 $W_{111} > V_{11}$  であれば現在の直送が選ばれる。

$B_2$  と  $B_3$  についても同様な比較が行われ配送拠点国経由が有利かどうかを検討される。この結果次のような可能性が生じる。①すべての販売国について現在の直送が有利である、②すべての販売国について配送拠点国経由が有利である、③現在の直送が有利である国と配送拠点国経由が有利である国とに分かれる。もし②であれば、生産国が  $A_1$  か  $A_2$  のどちらかになるが、②で  $A_1$  が選択されるとすれば、以下のような状況が生じている。

$$X_{11} < X_{21}, W_{111} < V_{11}, W_{111} < W_{211}, W_{112} < V_{22},$$

$$W_{112} < W_{212}, W_{113} < V_{23}, W_{113} < W_{213}。$$

ここで

$$X_{i1} = \{b_j \times (p_i + AC_{i1} \times g)\}, \quad i = 1, 2, \quad j = 1, 2, 3, \quad (16)$$

$$W_{ij} = \{b_j \times (p_i + AC_{i1} \times g)\} + \{b_j \times (CB_{1j} \times h)\}, \quad (17)$$

$$V_{ij} = b_j \times (p_i + AB_{ij} \times d) \quad (18)$$

である。 $X_{11} < X_{21}$  であれば、

$$\begin{aligned} X_{11} = \{b_j \times (p_1 + AC_{11} \times g)\} &< X_{21} = \{b_j \times (p_2 + AC_{21} \times g)\} \\ (p_1 + AC_{11} \times g) &< (p_2 + AC_{21} \times g) \\ (p_1 - p_2) &< (AC_{21} - AC_{11})g \end{aligned} \quad (19)$$

であり、 $A_1$  と  $A_2$  の1商品当たりのコストの差が  $A_2$  と  $A_1$  の配送拠点国までの1商品当たりの輸送費の差額より小さいことが示されている。

他の条件は  $W_{111} < V_{11}$ ,  $W_{112} < V_{22}$ ,  $W_{113} < V_{23}$  であり、 $W_{111} < V_{11}$  であれば、

$$\begin{aligned} W_{111} = \{b_1 \times (p_1 + AC_{11} \times g)\} + \{b_1 \times (CB_{11} \times h)\} &< V_{11} = b_1 \times (p_1 + AB_{11} \times d) \\ (AC_{11} \times g + CB_{11} \times h) &< (AB_{11} \times d) \end{aligned} \quad (20)$$

であり、配送拠点国を経由する輸送費が直送する輸送費より安いことが条件である。ここで配送拠点国を経由する迂回距離は直送する直線距離より短くないために

$$(AC_{11} + CB_{11}) \geq AB_{11} \quad (21)$$

であり、 $g$  と  $h$  の両者か一方が  $d$  より小さいことが条件である。

$W_{112} < V_{22}$  であれば、

$$\begin{aligned} W_{112} = \{b_2 \times (p_1 + AC_{11} \times g)\} + \{b_2 \times (CB_{12} \times h)\} < V_{22} = b_2 \times (p_2 + AB_{22} \times d) \\ (p_1 + AC_{11} \times g + CB_{12} \times h) < (p_2 + AB_{22} \times d) \end{aligned} \quad (22)$$

であり、1 商品当たりの支払い額が、 $A_1$  から配送拠点国を経由する方が  $A_2$  から  $B_2$  へ直送するより安いことが条件である。もし  $p_1 > p_2$  であっても  $(AC_{11} \times g + CB_{12} \times h) < (AB_{22} \times d)$  であれば、 $p_1 < p_2$  であれば  $(AC_{11} \times g + CB_{12} \times h) > (AB_{22} \times d)$  であっても、(22) が成立する可能性がある。

$W_{113} < V_{23}$  であれば、

$$\begin{aligned} W_{113} = \{b_3 \times (p_1 + AC_{11} \times g)\} + \{b_3 \times (CB_{13} \times h)\} < V_{23} = b_3 \times (p_2 + AB_{23} \times d) \\ (p_1 + AC_{11} \times g + CB_{13} \times h) < (p_2 + AB_{23} \times d) \end{aligned} \quad (23)$$

であり、1 商品当たりの支払い額が、 $A_1$  から配送拠点国を経由する方が  $A_2$  から  $B_3$  へ直送するより安いことが条件である。もし  $p_1 > p_2$  であっても  $(AC_{11} \times g + CB_{13} \times h) < (AB_{23} \times d)$  であれば、 $p_1 < p_2$  であれば  $(AC_{11} \times g + CB_{13} \times h) > (AB_{23} \times d)$  であっても、(23) が成立する可能性がある。

これらの条件によって  $A_1$  国から配送拠点国経由で  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$  国へ送られるとき、総輸送商品数時間の短縮は、

$$(b_1 \times AB_{11} \div \delta) + (b_2 \times AB_{22} \div \delta) + (b_3 \times AB_{23} \div \delta) - \left( \sum_{j=1}^3 b_j \times CB_{1j} \div \delta \right) \quad (24)$$

であり、到着価格総額の低下は、

$$\begin{aligned} b_1 \times (p_1 + AB_{11} \times d) + b_2 \times (p_2 + AB_{22} \times d) + b_3 \times (p_2 + AB_{23} \times d) \\ - \left\{ \sum_{j=1}^3 b_j \times (p_1 + AC_{11} \times g) + \sum_{j=1}^3 (b_j \times CB_{1j} \times h) \right\} \end{aligned} \quad (25)$$

である。

### 3-3. 複数の配送拠点国の設置による経路の選択

それでは複数の配送拠点国  $C_k$  ( $k = 1, 2, \dots, \xi$ ) を設置すれば輸送経路はどのように変わるであろうか。現在は配送拠点国が存在せず販売国は生産国から直送されており、生産国と販売国はそれぞれ複数で生産国は  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ )、販売国は  $B_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) である。輸送時間や支払い額がより低下するように新たな経路を選択しなければならないが、ここでは、①輸送時間が最短で、各販売国の支払い額がこれまでより多くない経路、②輸送時間がこれまでより長くなく、各販売国の支払い額が最小になるような経路、の二つの視点から、選択方法を考える。これらの選択は二つの検討過程を経なければならない。すなわち、(1)時間の短縮、(2)支払い額の低下、である。

まず①の経路の選択を考える。最初に(1)が検討される。販売国の視点から輸送時間が最短になる経路は、直送のときは生産国から販売国、配送拠点国経由のときは配送拠点国と販売国の間の距離が最短になる経路である。現在複数の生産国と販売国の間で最短時間経路が選択されているとすれば、新たな配送拠点国と現在の生産国との間で距離が比較される。各販売国  $B_j$  について最も近い配送拠点国  $C_k$  が選ばれ、その配送拠点国との距離と現在の生産国との距離が比較され、より近い配送拠点国や生産国が選ばれる。これらの国は最短時間の候補国であるが、(2)の条件に適合するであろうか。ある配送拠点国経由が最短であっても支払い額が多くなれば次に近い国の支払い額が現在と比較され、この国もまだ支払い額が超過していれば次に近い国が比較される。このような比較が順次現在の支払い額より低くなるまで行われ、現在の支払い額より低くなった配送拠点国が最終的に選ばれる。もし支払い額がより低くなる配送拠点国がなければ、現在の生産国からの直送が継続される。(1)と(2)の検討により各販売国での輸送時間や支払い額が決められ、全体の短縮時間数や支払い額の低下額が算出される。

次に②の経路の選択を考える。最初に(1)が検討され、輸送時間がこれまでより長くなく国が選択される。これらの国は現在直送されている生産国とそれよ

り近い配送拠点国がすべて含まれ、候補国になる。次に②が検討され、各販売国の支払い額が最小になる国が求められる。各販売国について現在直送されている生産国とそれより近い配送拠点国すべてについて支払い額が計算され、最小支払い額の国が選ばれる。もし現在の生産国より低い配送拠点国がなければ現在の直送が選ばれる。各配送拠点国には最小費用の生産国が1国選択され、販売国までの輸送費を付加して、その配送拠点国を経由する支払い額が計算される。

①と②は時間か支払い額かどちらかが最小になる経路を選択している。現実には時間と支払い額の両者を比較し、いずれをも適当に低下させる中間的な経路が選択される可能性が高い。配送拠点国の設置は明らかに時間を短縮させる国が多いが、生産国からの直送より1商品当たりの輸送費を大幅に低下させないときは支払い額を高めるために設置の価値が低下する。在庫数、在庫費用、船の便数、輸送単価、等を総合的に考慮し、適正な国に配送拠点を設けなければならない。

### 参考文献

- Boltho, Andrea, "Was Japanese Growth Export-Led?", Oxford Economic Papers, 48 (1996), 415-32.
- Buckley, Peter J. and Mark Casson, "The Optimal Timing of a Foreign Direct Investment", Economic Journal, 91 (1981), 75-87.
- Carlin, Wendy, Andrew Glyn and John Van Reenen, "Export Market Performance of OECD Countries: An Empirical Examination of the Role of Cost Competitiveness", Economic Journal, 111 (2001), 128-62.
- Froot, Kenneth A., and Jeremy C. Stein, "Exchange Rates and Foreign Direct Investment: an Imperfect Capital Markets Approach", Quarterly Journal of Economics, 106 (1991), 1191-217.
- Grossman, Gene M. and Assaf Razin, "Direct Foreign Investment and the Choice of Technique under Uncertainty", Oxford Economic Papers, 37 (1985), 606-20.
- Hocking, Robin D., "Trade in Motor Cars between the Major European Producers", Economic Journal, 90 (1980), 504-19.
- Kogut, Bruce and Sea Jin Chang, "Platform Investments and Volatile Exchange Rates:

- Direct Investment in the U.S. by Japanese Electronic Companies”, *Review of Economics and Statistics*, 78 (1996), 221-31.
- Lall, Sanjaya and N. S. Siddharthan, “The Monopolistic Advantages of Multinationals: Lessons from Foreign Investment in the U.S.”, *Economic Journal*, 92 (1982), 668-83.
- Muscatelli, V. A., T. G. Srinivasan and D. Vines, “Demand and Supply Factors in the Determination of NIE Exports: a Simultaneous Error-Correction Model for Hong Kong”, *Economic Journal*, 102 (1992), 1467-77.
- Slaughter, Matthew J., “International Trade and Labour-Market Outcomes: Results, Questions, and Policy Options”, *Economic Journal*, 108 (1998), 1452-62.
- Sun, Haishun, “Foreign Direct Investment and Regional Export Performance in China”, *Journal of Regional Science*, 41 (2001), 317-36.
- Taylor, Alan M. and Jeffrey G. Williamson, “Capital Flows to the New World as an Intergenerational Transfer”, *Journal of Political Economy*, 102 (1994), 348-71.
- Trefler, Daniel, “Trade Liberalization and the Theory of Endogenous Protection: An Econometric Study of U.S. Import Policy”, *Journal of Political Economy*, 101 (1993), 138-60.
- Yamawaki, Hideki, “Exports and Foreign Distributional Activities: Evidence on Japanese Firms in the United States”, *Review of Economics and Statistics*, 73 (1991), 294-300.